



(19) RU (11) 2 034 937 (13) C1  
(51) МПК<sup>6</sup> C 25 F 5/00

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 4938651/26, 22.05.1991

(46) Дата публикации: 10.05.1995

(56) Ссылки: 1. Журнал "Алмазы и сверхтвердые материалы", 1980, N 10, с.12,13.2. Журнал "Сверхтвердые материалы", 1985, N 3, с.77.3. Авторское свидетельство СССР N 1661252, кл. C 25F 5/00, 1988.

(71) Заявитель:  
Кабардино-Балкарский государственный университет

(72) Изобретатель: Хапачев Б.С.,  
Остроушко Р.И., Тхагапсоев Х.Г., Афаунов С.Х.

(73) Патентообладатель:  
Кабардино-Балкарский государственный университет

(54) СПОСОБ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к электрохимической обработке материалов и может быть использовано в станкоинструментальной промышленности при изготовлении и эксплуатации инструментов из сверхтвердых материалов. Способ электрохимической обработки изделий, преимущественно удаления слоев

связки на основе карбидов металлов, а также медных, оловянных, кобальтовых, никелевых и железных компонентов с инструментов из сверхтвердых материалов включает анодную обработку при плотности тока 30-40 А/дм<sup>2</sup> в течение 10 - 15 мин в растворе, содержащем, г/л: соляная кислота (1,19) 400 - 600; серная кислота (1,83) 50 - 80. 1 табл.

RU 2 034 937 C1

RU 2 034 937 C1



(19) RU (11) 2 034 937 (13) C1  
(51) Int. Cl. 6 C 25 F 5/00

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 4938651/26, 22.05.1991

(46) Date of publication: 10.05.1995

(71) Applicant:  
Kabardino-Balkarskij gosudarstvennyj universitet  
(72) Inventor: Khapachev B.S.,  
Ostroushko R.I., Tkagapsoev Kh.G., Afaunov  
S.Kh.  
(73) Proprietor:  
Kabardino-Balkarskij gosudarstvennyj universitet

(54) METHOD FOR ELECTROCHEMICAL TREATMENT OF PRODUCTS

(57) Abstract:

FIELD: materials electrochemical treatment. SUBSTANCE: method for electrochemical treatment of products, preferentially for removing layers of binding based on carbides of metals, as well as copper, tin, cobalt, nickel, and iron components from tools of super hard

materials, includes anode treatment at 30-40 A/dm<sup>2</sup> current density during 10 - 15 min in solution containing as follows (g/l): 400 - 600 (1.19) hydrochloric acid, 50 - 80 (1.83) sulfurous acid. EFFECT: highly effective method to clear machine tools of super hard materials. 1 tbl

RU 2 034 937 C1

RU 2 034 937 C1

Изобретение относится к станкоинструментальной промышленности, именно к изготовлению и эксплуатации инструментов из сверхтвёрдых материалов.

Известны способы вскрытия алмазных инструментов, заключающиеся в механическом воздействии на сегменты отрезных кругов шлифовальными кругами [1].

Вскрытие кристаллов алмаза при помощи абразивных кругов не обеспечивает необходимой размерной точности сегментов, что обусловлено неравномерностью процесса. Кроме того, указанный способ сопровождается сколом и выкрашиванием алмаза из связки, т.е. ведет к непроизводительным потерям дефицитного алмазного сырья.

Известен также способ вскрытия рабочей поверхности алмазных инструментов, заключающийся в удалении связки с поверхностного слоя сегментов путем их травления в растворах хлорного железа и соляной кислоты [2].

Недостатком способа является быстрая потеря травильным раствором активности.

Из известных решений наиболее близким по технической сущности решением является способ, предусматривающий удаление со стальных изделий никелевого покрытия, содержащего кристаллы алмаза, и включающий анодную обработку в электролите, содержащем серную кислоту, органическую добавку и воду. При этом с целью интенсификации процесса и снижения растрескивания стали в качестве органической добавки берут сахарную кислоту при следующем соотношении компонентов, мас. серная кислота 60-70; сахарная кислота 0,5-1,0; вода остальное, а обработку ведут при плотности тока 25,45 А/дм<sup>2</sup> [3].

Обработку инструментов из сверхтвёрдых материалов по известному способу не обеспечивает высокой производительности процесса удаления слоя связки из-за наличия в электролите органической добавки. Кроме того, анодную обработку изделия по способу-прототипу проводят без учета временного фактора, что исключает возможность прогнозирования качества вскрытия инструментов и регулирования величины выступания зерна над связкой.

Целью изобретения является обеспечение высокой производительности процесса электрохимической обработки алмазных инструментов и возможности регулирования толщины снимаемого слоя, а также повышение качества обработки за счет предотвращения нарушения поверхностного слоя инструмента.

Указанная цель достигается за счет применения электрохимического метода обработки алмазных инструментов. Предлагаемый способ предусматривает анодную обработку в растворе, содержащем серную кислоту и воду. При этом обработку ведут при плотности тока 30-40 А/дм<sup>2</sup> в течение 10-15 мин (в зависимости от требуемой величины вылета зерна над связкой инструмента) в растворе, дополнительно содержащем соляную кислоту при следующем соотношении компонентов, г/л: соляная кислота (1,19) 400-600; серная кислота (1,83) 50-80.

Уменьшение концентрации кислот в

электролите (как водного раствора соляной кислоты, так и снижение добавки концентрированной серной кислоты) замедляет процесс вскрытия кристаллов алмаза. Увеличение же концентрации за пределы диапазона, предусмотренного предлагаемым способом, повышает избирательность вскрытия: вокруг алмаза появляется лунка (местное углубление), в то время как общее линейное уменьшение геометрических размеров инструмента находится в заданном диапазоне. А появление лунки вокруг алмаза не допускается, поскольку она уменьшает прочность закрепления зерна в связке.

Аналогичное действие на инструмент (при выявленных концентрациях соляной и серной кислоты) оказывает изменение величины плотности тока: ее увеличение вызывает появление углублений вокруг кристаллов, а уменьшение ведет к возрастанию времени обработки. Увеличение одного из параметров процесса (плотности тока или концентрации раствора) при одновременном уменьшении другого (за пределы защищаемых диапазонов) способствует появлению на рабочих поверхностях не только канавок вокруг зерен, но и травильных каверн, которые не допускаются по техническим требованиям к качеству инструмента.

Подвод тока к инструментам (сегментом отрезных кругов), помещаемым в ванну с электролитом и являющимся анодом, осуществляется через контакты из кислотостойких материалов. В качестве катода может быть использован медный лист, лист из нержавеющей стали или другого металла, преобладающего в связке инструмента.

Предлагаемый способ рекомендуется использовать для вскрытия кристаллов алмазных инструментов, изготовленных на связках, содержащих карбиды металлов, а также изготовленных на основе медных, оловянных, кобальтовых, никелевых и железных компонентов.

Зависимость количественных параметров производительности и качества вскрытия от режимов обработки при реализации предлагаемого способа представлена в таблице.

По предложенному способу была обработана в колокольной ванне ВАКР-320-18У4 партия сегментов в количестве 200 шт. (в качестве катода использовали медный лист). Обрабатывали сегменты размером 40 x 7 x 5,5 мм, изготовленные на связке М6-02 (основа карбид вольфрама). Сегменты с 50%-ной концентрацией зерен были оснащены природными алмазами зернистостью 630/500. Обработку проводили в водном растворе соляной кислоты (500 г на 1 л HCl (1,19) с добавкой концентрированной серной кислоты в количестве 65 г на 1 л раствора при плотности тока 35 А/дм<sup>2</sup> в течение 12 мин.

Микроскопический контроль обработанных сегментов показал, что на их поверхностях отсутствуют травильные каверны и местное углубление вокруг кристаллов алмаза. При этом выступание зерен над связкой 0,12-0,20 мм, а удельный съем слоя связки - ≈ 20 мм<sup>3</sup>/мин.

Кроме указанных сегментов, по предлагаемому способу были также

обработаны и другие партии сегментов, изготовленных с использованием номенклатуры связок: М2-01, МЖ, М6-03 и М6-10 (во всех случаях обеспечивалось качественное вскрытие кристаллов алмаза на заданную глубину).

Предлагаемый способ обеспечивает хорошее качество вскрытия кристаллов как природного, так и синтетического алмаза, используемого для изготовления инструментов на различных связках. Процесс не влияет на прочность алмазоудержания, проходит без нарушения поверхностного слоя инструмента и физико-механических свойств алмаза.

**Формула изобретения:**

СПОСОБ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ, преимущественно удаления слоев связки на основе карбидов металлов, а также медных, оловянных, кобальтовых, никелевых и железных компонентов с инструментов из сверхтвердых материалов, включающий анодную обработку в растворе, содержащем серную кислоту и воду, отличающийся тем, что обработку ведут при плотности тока 30-40 А/дм<sup>2</sup> в течение 10-15 мин в растворе, дополнительно содержащем соляную кислоту при следующем соотношении компонентов, г/л:

Соляная кислота (1,19) 400 600  
Серная кислота (1,83) 50 80

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

Режим обработки	Состав электролита	HCl (1,19), г/л	400	500	600
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (безводный), г/л	50	65	80
		Плотность тока, А/дм <sup>2</sup>	30	35	40
	Продолжительность вскрытия, мин		15	12,5	10
	Выходные параметры процесса	Скорость растворения никеля, мкм/ч (прототип)	60 ... 250		
	Скорость растворения связки, мкм/ч		400	960	2250
	Удельный съем слоя связки, мм <sup>3</sup> /мин*		10	22	54
	Величина выступания кристалла над связкой, мм	0,05 ... 0,15	0,15 ... 0,25	0,25 ... 0,50	
	Наличие канавки вокруг зерна	Отсутствует			

\* При реализации способа можно достичь большую производительность, которая зависит от емкости колокольной ванны.

Committee of the Russian Federation  
on Patents and Trademarks

**(12) PATENT SPECIFICATION**  
for a patent of the Russian Federation

---

(21) 4938651/26

(22) May 22, 1991

(46) May 10, 1995, Bulletin No. 13

(71) Kabardino-Balkar State University

(72) B.S. Khapchaev, R.I. Ostroushko, Kh.G. Tkhagapsoev and S.Kh. Afaunov

(73) Kabardino-Balkar State University

(56) 1. Journal *Almazy i sverkhtverdye materialy* [Diamonds and Superhard Materials], no. 10, pp. 12, 13, 1980.

2. Journal *Sverkhtverdye materialy* [Superhard Materials], no. 3, p. 77, 1985.

3. Author's certificate of the Soviet Union No. 1661252, class C 25F 5/00, 1988.

**(54) METHOD OF ELECTROCHEMICAL MACHINING OF ITEMS**

(57) The invention pertains to electrochemical machining of materials and can be used in the machine-tool industry when manufacturing and operating tools made of superhard materials. The method of electrochemical machining of items, primarily for removal of layers of metal carbide-based binder, as well as copper, tin, cobalt, nickel and iron components from tools made of superhard materials, includes anodic machining with current density of 30–40 A/dm<sup>2</sup> for 10–15 min in a solution containing, g/liter: hydrochloric acid (1.19) 400–600; sulfuric acid (1.83) 50–80. 1 table.

The invention pertains to the machine-tool industry, specifically, to the manufacture and operation of tools made of superhard materials.

Known methods of exposing the grains of diamond tools consist in mechanical action on segments of cutting wheels with grinding wheels [1].

Exposure of diamond crystals with the use of abrasive wheels does not provide for the necessary dimensional accuracy of segments, which is due to the process's nonuniformity. Moreover, this method is accompanied by chipping and spalling of diamond from the binder, i.e., it leads to losses of scarce diamond material.

Another known method of exposing the working surface of diamond tools consists in removal of binder from the surface layer of segments by etching them in solutions of ferric chloride and hydrochloric acid [2].

Rapid loss of the etching solution's activity is a shortcoming of the method.

Of the known methods, the one that is most similar in its technical nature involves removal of a nickel coating containing diamond crystals from steel items and includes anodic machining in an electrolyte containing sulfuric acid, an organic additive and water. In this case, the process is intensified and corrosion of the steel is reduced by using saccharic acid as an organic additive, with the following ratio of components, % by weight: sulfuric acid 60–70,

saccharic acid 0.5–1.0, the remainder water. The machining is done with current density of 25–45 A/dm<sup>2</sup> [3].

Machining of tools made of superhard materials according to the known method does not provide for high productivity of the process of removing a layer of binder, due to the presence of the organic additive in the electrolyte. Moreover, anodic machining of the item according to the prototype method is done without consideration of the time factor, which makes it impossible to predict the quality of exposing the grains of tools or to adjust the height of grain projection above the binder.

The purpose of the invention is to ensure high productivity of the process of electrochemical machining of diamond tools and the possibility of adjusting the thickness of the layer that is removed, as well as improving the quality of machining by preventing disturbance of the tool's surface layer.

This purpose is achieved by using an electrochemical method of machining diamond tools. The proposed method calls for anodic machining in a solution containing sulfuric acid and water. In this case, the machining is done with current density of 30–40 A/dm<sup>2</sup> for 10–15 min (depending on the required height of grain projection above the tool's binder) in a solution additionally containing hydrochloric acid, with the following ratio of components, g/liter: hydrochloric acid (1.19) 400–600, sulfuric acid (1.83) 50–80.

Decreasing the concentration of acids in the electrolyte (either the aqueous solution of hydrochloric acid or reduced addition of concentrated sulfuric acid) slows the process of exposing the diamond crystals. Increasing the concentration beyond the limit of the range specified by the proposed method increases the selectivity of exposure: a pit (local depression) appears around the diamond, while the overall linear decrease in the tool's geometric dimensions is still in the assigned range. And the appearance of a pit around the diamond is unacceptable, since it decreases the strength of the grain's attachment in the binder.

Changing the current density has a similar action on the tool (with the established concentrations of hydrochloric and sulfuric acid): increasing the current density causes depressions to appear around the crystals, while decreasing it increases the machining time. Increasing one of the process's parameters (current density or the solution's concentration) while simultaneously decreasing the other (outside the limits of the protected ranges) not only leads to the appearance of grooves around the grains, but also etching pits, which are unacceptable according to the technical requirements for the tool's quality.

The current is delivered to the tools (segments of cutting wheels), which are the anodes in a bath with the electrolyte, through contacts made of acid-resistant materials. The cathode can be a copper sheet, and sheet of stainless steel or other metal predominant in the tool's binder.

The proposed method is recommended for use to expose the crystals of diamond tools made with binders containing metal carbides, as well as those made on a base of copper, tin, cobalt, nickel or iron components.

The dependence of qualitative parameters of the process's productivity and the quality of exposure on the machining conditions for implementing the proposed method is presented in the following table.

Machining conditions	Composition of electrolyte	HCl (1.19), g/liter	400	500	600
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (anhydrous)	50	65	80
	Current density, A/dm <sup>2</sup>		30	35	40
	Productivity of exposure, min		15	12.5	10

Output parameters of the process	Rate of dissolution of nickel, $\mu\text{m}/\text{h}$ (prototype)	60–250		
	Rate of dissolution of binder, $\mu\text{m}/\text{h}$	480	960	2,250
	Specific removal of binder layer, $\text{mm}^3/\text{min}^*$	10	22	54
	Height of projection of crystal above binder, mm	0.05–0.15	0.15–0.25	0.25–0.50
	Presence of a groove around the grain	none		

\* The method can be implemented with greater productivity, depending on the capacity of the bell bath.

A batch of 200 segments was machined according to the proposed method in a VAKR-320-18U4 bell bath (a copper sheet was used as the cathode). The segments machined were  $40 \times 7 \times 5.5$  mm in size and made on an M6-02 binder (tungsten carbide base). Segments with a 50% concentration of grains had natural diamonds with 630/500 grain size. The machining was done in an aqueous solution of hydrochloric acid (500 g of HCl per liter (1.19)) with the addition of 65 g of sulfuric acid per liter of solution, with current density of  $35 \text{ A}/\text{dm}^2$  for 12 min.

Microscopic checking of the machined segments showed that there are no etching pits on their surfaces or local depressions around the diamond crystals. In this case, the grain projection above the binder is 0.12–0.20 mm, and the specific removal of the binder layer was  $\approx 20 \text{ mm}^3/\text{min}$ .

In addition to these segments, other batches of segments made with the use of an assortment of binders (M2-01, MZh, M6-03 and M6-10) were also machined according to the proposed method (in all cases, the machining produced high-quality exposure of diamond crystals to the assigned depth).

The proposed method provides for good quality of exposure of crystals of both natural and synthetic diamond used to manufacture tools with various binders. The process does not affect the strength of diamond retention and takes place without disturbing the tool's surface layer or the diamond's physicomechanical properties.

### Claim

THE METHOD OF ELECTROCHEMICAL MACHINING OF ITEMS, primarily for removal of layers of binder on a metal carbide base, as well as copper, tin, cobalt, nickel and iron components from tools made of superhard materials, including anodic machining in a solution containing sulfuric acid and water, differs in that the machining is done for 10–15 min in a solution additionally containing hydrochloric acid with the following ratio of components, g/liter:

Hydrochloric acid (1.19)	400–600
Sulfuric acid (1.83)	50–80